

PAT-NO: JP363280503A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63280503 A

TITLE: DIELECTRIC RESONATOR

PUBN-DATE: November 17, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ISHIKAWA, YOHEI

TSUNODA, KIKUO

HIRATSUKA, TOSHIRO

ABE, HIROTSUGU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

MURATA MFG CO LTD

N/A

APPL-NO: JP62116426

APPL-DATE: May 13, 1987

INT-CL (IPC): H01P007/10

US-CL-CURRENT: 333/219.1

ABSTRACT:

**PURPOSE:** To decrease the Joule loss and to improve the Q by removing the dielectric in the vicinity of the center axis of the distribution of electromagnetic field so as to prevent currents from being concentrated onto the center axis of the electromagnetic field distribution.

**CONSTITUTION:** A silver electrode is coated onto the entire surface of a ceramic base 7 and dielectric resonators 52, 57 having a shape of four-division of a doughnut-shaped dielectric resonator in contact with the silver electrode are baked to the silver electrode. The electromagnetic field distribution taking the center axis of the doughnut shape as its center axis is caused in the dielectric of the dielectric resonators 52, 57 because an electric barrier exists at the position where the electrode exists. The distribution of a displacement current flowing into the dielectric is parted from the center axis by removing the dielectric in the vicinity of the center axis. Thus, the

current flowing to the electric barrier is dispersed without being concentrated in the vicinity of the center axis, the Joule loss is reduced as a whole and the dielectric resonator with high Q is obtained.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-280503

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)11月17日

H 01 P 7/10

6749-5J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 誘電体共振器

⑯ 特 願 昭62-116426

⑰ 出 願 昭62(1987)5月13日

⑱ 発 明 者 石 川 容 平 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内  
⑱ 発 明 者 角 田 紀 久 夫 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内  
⑱ 発 明 者 平 塚 敏 朗 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内  
⑱ 発 明 者 阿 部 博 次 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内  
⑲ 出 願 人 株式会社村田製作所 京都府長岡京市天神2丁目26番10号  
⑳ 代 理 人 弁理士 小 森 久 夫

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

誘電体共振器

## 2. 特許請求の範囲

(1) TE<sub>01δ</sub>モードを利用する誘電体共振器における電磁界分布の中心軸を含む1もしくは2つの平面に電気壁が存在し、この電気壁を挟みいずれか一方の誘電体を除去した形状を有する誘電体共振器において、上記中心軸近傍の誘電体を除去したことを特徴とする誘電体共振器。

## 3. 発明の詳細な説明

## (a) 産業上の利用分野

この発明は、TE<sub>01δ</sub>モードを利用した誘電体共振器に関する。

## (b) 発明の背景

誘電体共振器は、一般に従来の金属空洞共振器に比べて小型でかつ高いQを持った共振器が構成でき、特にバンドパスフィルタとして用いられる誘電体共振器装置はマイクロ波通信装置において

、トランスミッタマルチプレクサなどに用いられている。

誘電体共振器の構成は、その利用する電磁波モードに応じて異なり、目的に応じたモードが利用される。例えばTE<sub>01δ</sub>は、スプリアス特性があまり良くないが、共振器のエネルギー集中度が高く、誘電体共振器の損失だけで共振器全体の損失が定まり、高いQを得ることができる。TEMの場合、スプリアス特性は良好であるが、金属導体の損失が比較的大きく、共振器のQはそれほど高くない。TMの場合は、前記2つのモードの中間の特性を示すが、誘電体共振器とケースとの接合面に実電流が流れるため、この接合面の導通状態を良好に保たなければならない。そこで、セラミックからなる誘電体共振器とケースとの熱膨張係数の差による機械的歪を吸収する必要があり、ケースの材料としてメタライズされたセラミックを用いなければならない。従って、加工性の高い金属をケースとして用い、かつQを高くするためには、TE<sub>01δ</sub>モードの誘電体共振器が用いられる

## (c)従来の技術

TE<sub>01δ</sub>モードを利用した誘電体共振器として同出願人が既に出願した(特願昭62-008525号)スプリアス特性が良好で小型且つ比較的大電力用に用いることのできる誘電体共振器を用いたバンドパスフィルタの構造を第12図に示す。図において1, 2はこの2つの組み合わせによって箱型のケースが構成される金属材料からなるケース部材であり、ケース部材1の側面には入力用と出力用のN型コネクタ3, 4が取り付けられている。金属ケースの内部には中央部に直立する金属板6が設けられている。この金属板6の両側面と、ケース部材1の底面にそれぞれ複数のセラミック基板7が組み込まれている。このセラミック基板7の表面には、全面に銀電極が被覆されていて、電気壁を形成している。この電気壁に接して、円柱状の誘電体共振器を4分割した形状の誘電体共振器が前記銀電極に焼付固定されている。これらの誘電体共振器はケース内に8個収納され

の銀電極あるいはケース内壁に実電流が流れる際、ジュール損が生じるが、ジュール損は電流の2乗値に関与することから、上記電流の集中化は全体としてジュール損を増大させる原因であった。このようにジュール損が増大することにより発熱量が増大するだけでなく、共振器としてのQが低下するという問題があった。

この発明の目的は、電磁界分布の中心軸に電流が集中することを防止し、全体としてジュール損が小さく、Qの高い誘電体共振器を提供することにある。

## (d)問題点を解決するための手段

この発明の誘電体共振器は、TE<sub>01δ</sub>モードを利用する誘電体共振器における電磁界分布の中心軸を含む1もしくは2つの平面に電気壁が存在し、この電気壁を挟むいずれか一方の誘電体を除去した形状を有する誘電体共振器において、上記中心軸近傍の誘電体を除去したことを特徴としている。

## (e)作用

ている。

第13図は上記誘電体共振器のうち1つの誘電体共振器57について電流の経路を表している。誘電体共振器57の誘電体内には図中破線で示す方向に変位電流 $i_d$ が流れ、セラミック基板の表面に形成された銀電極と誘電体との接合部分、およびセラミック基板表面の銀電極とケース部材の内壁に実電流 $i_1$ ,  $i_2$ がそれぞれ流れる。このようにして4分割される前の円柱状の誘電体共振器と同様のTE<sub>01δ</sub>モードの誘電体共振器として動作する。

## (f)発明が解決しようとする問題点

このようなTE<sub>01δ</sub>モードを利用する誘電体共振器においては、電磁界分布の中心軸に電界が集中するため、変位電流の分布が中心軸に集中するという特性を備えている。そのため、第13図に示したセラミック基板表面の銀電極に流れる電流 $i_1$ のうち特に中心軸の近傍に実電流が集中的に流れ、わずかにケース内壁に漏電流として $i_2$ が流れることとなる。ところで、セラミック基板上

この発明の誘電体共振器においては電磁界分布の中心軸を含む1もしくは2つの平面に電気壁が存在し、この電気壁を挟むいずれか一方の誘電体を除去した形状を有することによって、TE<sub>01δ</sub>モードの誘電体共振器が構成され、上記中心軸近傍の誘電体を除去したことにより誘電体内に流れる変位電流の分布が中心軸から遠ざかる。このことにより電気壁に流れる電流は中心軸近傍に集中することなく分散され、全体としてジュール損が低減する。従ってQの高い誘電体共振器を構成することができる。

## (g)実施例

第1図はこの発明の誘電体共振器を用いたバンドパスフィルタの構造を表す一部破断斜視図である。図において1, 2はこの2つの組み合わせによって箱型のケースが構成される金属材料からなるケース部材であり、ケース部材1の側面には入力用と出力用のN型コネクタ3, 4が取り付けられている。金属ケースの内部には中央部に直立する金属板6が設けられていて、この金属板6の両

側面と、ケース部材1の底面にそれぞれ複数のセラミック基板7が組み込まれている。このセラミック基板7の表面には、全面に銀電極が被覆されている。この電極に接して、ドーナツ状の誘電体共振器を4分割した如き形状の誘電体共振器が前記銀電極に焼付固定されている。このような構造の誘電体共振器では、この電極が存在する位置にTE<sub>01</sub>δモード誘電体共振器における電気壁が存在するから、4分割される前の円柱状の誘電体共振器と同様のTE<sub>01</sub>δモードの誘電体共振器として動作する。これらの誘電体共振器はケース内に51~58の8個（同図においては52~54のみ表れている。）が収納されている。なお、Lは第3段目の共振器53と第6段目の共振器（56）との磁界結合をとるためのループ、Sは第4段目の共振器54と第5段目の共振器（55）との磁界結合をとるためのスリットである。

第2図は第1図に示した装置の断面図であり、コネクタ3、4が形成されている端面に平行な平面の断面を表している。図において52、57は

それぞれ誘電体共振器であり、分割面52a、52bおよび57a、57bはセラミック基板7、7の垂直面7a、7aおよび水平面7b、7bにそれぞれ接して焼付固定されている。ケース部材2の内壁2aは誘電体共振器の中心軸を中心とする円筒面状に成形されている。図において8は周波数チューニング用調整ネジであり、金属または誘電体から構成され、図に示すようにケース部材2のコーナー部分に設けられたネジ穴に螺合されていて、調整ネジ8を回転させることにより、その先端部分8aがケース内に突出され、その突出量によって周波数チューニングが行われる。

第2図に示した誘電体共振器57について特に電流の経路を第7図に示す。誘電体共振器57の誘電体内にはドーナツ形状の中心軸Oを中心軸とする電磁界分布が生じ、図中破線で示す方向に変位電流*i*<sub>1</sub>が流れ、セラミック基板7表面の銀電極7a、7bと誘電体の分割面57a、57bとの接合部分間に実電流*i*<sub>2</sub>が流れ、ケース部材2の内壁2aに実電流*i*<sub>3</sub>が流れる。図に示すよう

に誘電体内の変位電流の分布は中心軸Oから遠ざかるため、導体に流れる電流は*i*<sub>1</sub>と*i*<sub>2</sub>として分散され、中心軸近傍に電流が集中することがなく全体としてジュール損の低減を図っている。

ここで、導体におけるジュール損を1/Q'、無負荷QをQ<sub>0</sub>、4分割形状でない元の円柱状誘電体共振器における無負荷QをQ<sub>00</sub>とすれば次の関係が成り立つ。

$$Q' = (\pi \mu_0 \omega / 4 R_0) \cdot \langle r \rangle \quad (1)$$

$$1/Q_0 = (1/Q_{00}) + (1/Q') \quad (2)$$

ここで

$$\langle r \rangle = \int_0^R H^2 dr dz / \int_0^R H^2 dr dz \quad (3)$$

$$R_0 \text{ (表皮抵抗)} = \sqrt{\omega \mu / 2 \sigma} \quad (4)$$

磁界の広がり平均< *r* > は式(3)の定義に基づいて有限要素法により計算することができ、第8図に誘電体共振器とケースの各寸法におけるQ<sub>0</sub>の変化を表す。図から明らかなように中心軸近傍の誘電体を除去した誘電体共振器を用いることによりQ<sub>0</sub>を高めることができる。例えばケースの内径R<sub>c</sub> = 55 mm、誘電体共振器の外半径R<sub>0</sub>

= 41 mmとし、誘電体共振器の内半径R<sub>x</sub>を外半径R<sub>0</sub>の0.35とすることにより、Q<sub>0</sub>は理論値で7500となり、実測値として7100が得られた。

尚、誘電体共振器57等は誘電体損や周辺導体のジュール損により発熱するが、その熱はセラミック基板7と金属板6を介してケース部材1および2から外部に放熱される。また、このとき誘電体共振器57等はケース部材に接着されたセラミック基板7を介して固定されているため、金属材料からなるケース部材とセラミック材料からなる誘電体共振器との熱膨張の差による機械的歪を吸収することができ、セラミック基板表面の銀電極と誘電体共振器との接合部分が割れることなく、完全なTE<sub>01</sub>δモードの励振を維持することが可能となる。

第3図は第1図においてコネクタ3が取り付けられているケース部材の側面に対して直角方向の縦断面を表している。図において51は第1段目の誘電体共振器であり、9はストリップラインの

基板であり、10は入力用コネクタ3とストリップライン9とを接続するリード線を表している。第4図はこの部分を表す斜視図であり、図に示すようにストリップライン9はストリップ基板9aとストリップ導体9bから構成され、リード線10は入力用コネクタ3の中心導体とストリップ導体9bとの間を接続している。第1段目の誘電体共振器51の底部には銀電極が形成されていて、ストリップ導体9bと直流的に接続されている。このようにして誘電体共振器と入力用コネクタとの間が電氣的に接続され、同様の回路が出力側にも構成されている。もちろん外部結合構造は従来公知の構造、たとえばループを用いた結合構造等種々の他の構造に置き換えてもよい。

以上のようにして8段の誘電体共振器を用いたバンドパスフィルタが構成される。第5図はその等価回路を表している。図においてQe1はコネクタ3と第1段目の誘電体共振器51との結合部分、Qe2は第8段目の誘電体共振器(58)とコネクタ4との結合部分をそれぞれ示している。

局部に電流が集中することがないため、例えば第10図に示すように金属材料からなる弾性体等によってある程度ラフに固定することも可能である。同図において14は波型に形成された金属板または金属ネットであり、部分的に半田付けあるいはエポキシ等の合成樹脂系の接着剤を用いて固定する。

また、上記実施例はドーナツ形状の誘電体を4分割した如き形状の誘電体共振器を用いた例であったが、例えば第11図(A)、(B)に示すように電磁界分布の中心軸近傍の誘電体を部分的に除去して貫通孔Hを形成した誘電体共振器を用いることも可能であり、同様に中心軸近傍の電流の集中を緩和して電流分布を分散させることが可能である。

#### (N) 発明の効果

以上のようにこの発明によれば、小型の誘電体共振器およびケースを用いて誘電体共振器装置全体を小型化することができ、しかも誘電体共振器および導体の局部に電流が集中することがなく

また、k12, k23, k34, k45, k56, k67, k78はそれぞれこの2桁の数字が示す段数の誘電体共振器間の結合部分を表している。更にk36は第1図に示した結合ループLの存在による第3段目の誘電体共振器53と第6段目の誘電体共振器(56)との結合部分を表している。

以上に示したバンドパスフィルタの構成材料と各寸法の具体例、およびその条件における特性例を次に示す。

第6図は各共振器とこれらの共振器を保持するセラミック基板の材料について表している。第9図はこのような条件のもとで構成されたバンドパスフィルタの仕様を表している。このようにして挿入損失が低く、減衰量の大きなバンドパスフィルタを構成することができる。

尚、上記実施例は誘電体共振器をケースの内壁等に接触させて固定する際、表面に銀電極を構成したセラミック基板を用いた例であったが、この発明のように誘電体共振器と電気壁との接合面の

ジュール損の増大による共振器のQの低下を防止することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

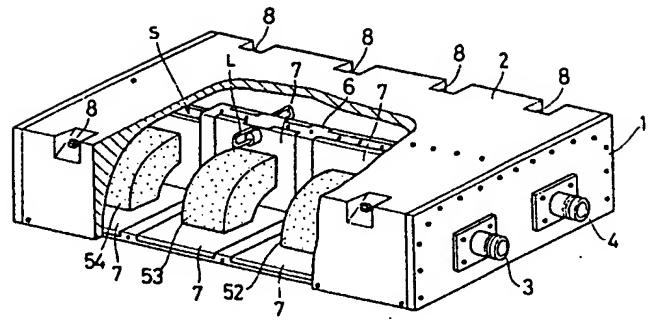
第1図はこの発明の誘電体共振器を用いたバンドパスフィルタの一例を表す部分破断斜視図、第2図は同装置の縦断面図、第3図は第1図に示した装置の部分縦断面図、第4図は第3図に示した部分の斜視図、第5図は上記バンドパスフィルタの等価回路、第6図は上記装置を構成する共振器とセラミック基板の材料とその特性を表す図、第7図は誘電体共振器と導体に流れる電流を表す図、第8図は誘電体共振器とケースの各寸法と無負荷Qの特性を表す図、第9図は具体的なバンドパスフィルタとして得られた特性を表す図、第10図は他の実施例に係る誘電体共振器の固定構造を表す縦断面図、第11図(A)、(B)は他の実施例に係る誘電体共振器の構造を表す断面図、第12図は従来の誘電体共振器を用いたバンドパスフィルタの構造を表す部分破断斜視図、第13図は

その装置に用いられる誘電体共振器と導体に流れる電流を表す図である。

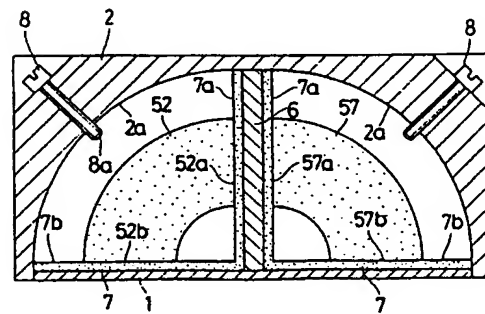
1、2 - ケース部材、6 - 金属板、  
7 - セラミック基板、51 ~ 58 - 誘電体共振器。

出願人 株式会社 村田製作所  
代理人 弁理士 小森久夫

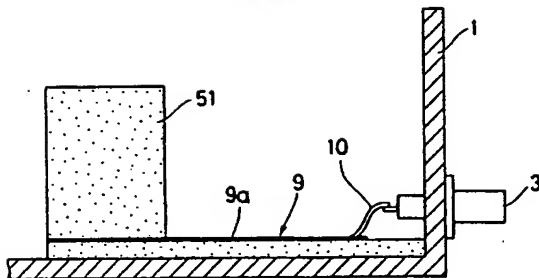
第1図



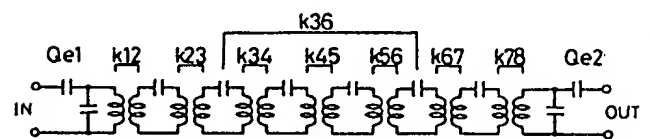
第2図



第3図

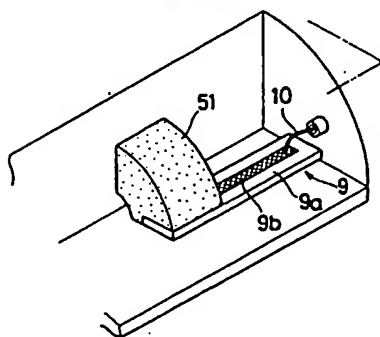


第5図



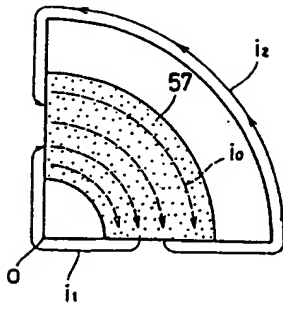
第6図

第4図



|   | 共振器                             | 基板   |
|---|---------------------------------|--|
| 材質  | (Zr, Sn)TiO <sub>4</sub>        | 2MgO · SiO <sub>2</sub> - ZrSiO <sub>4</sub> |
| 比誘電率 (Er)                                     | 37.5                            | 8.5  |
| 誘電損失 (tans)                                   | 2.5 × 10 <sup>-4</sup> (800MHz) |  |
| $\frac{1}{tans} \frac{\Delta tans}{\Delta T}$ | 2% / 10°C                       |  |
| 温度係数 (1/f <sub>0</sub> )                      | +2 PPM/°C                       |  |
| 熱膨張係数 (α)                                     | 6.5 PPM/°C                      | 6.5 PPM/°C                                   |
| 熱伝導率 (K)                                      | 0.02 J/cm·deg·sec               |  |

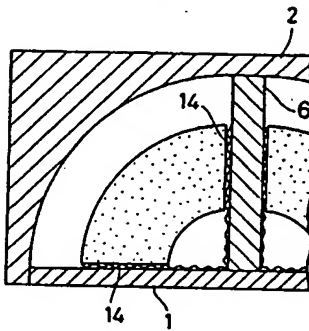
第7図



第9図

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| 中心周波数 (fo)         | 880 MHz      |
| 通過帯域               | fo ± 10 MHz  |
| 減衰量 (fo ± 35 MHz)  | 90 dB (最小)   |
| 挿入損失 (fo ± 10 MHz) | 0.45 dB (最大) |
| V S W R            | 1.5 (最大)     |
| 入力電力               | 500 W (最大)   |
| 体積                 | 3.0 J (最大)   |

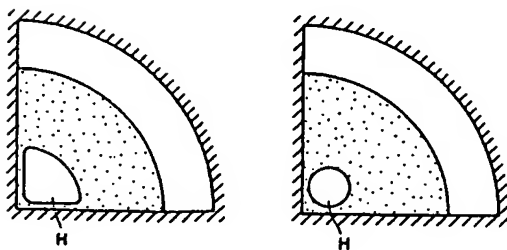
第10図



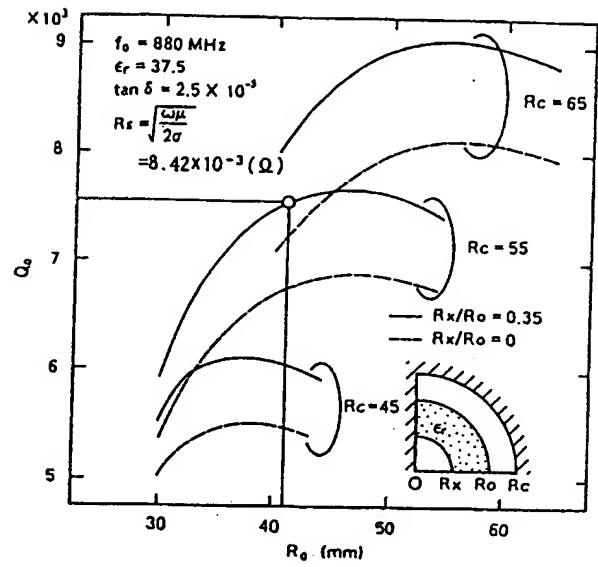
第11図

(A)

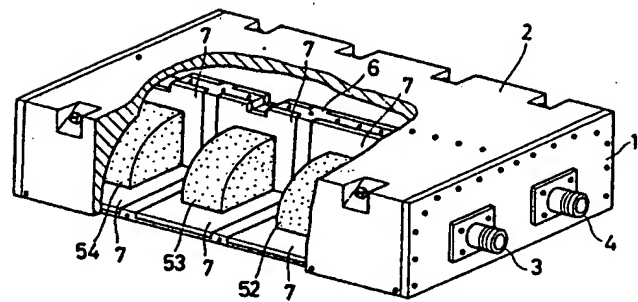
(B)



第8図



第12図



第13図

